

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/002678

International filing date: 15 February 2005 (15.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-258862  
Filing date: 06 September 2004 (06.09.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 28 April 2005 (28.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 4 年 9 月 6 日

出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 2 5 8 8 6 2

パリ条約による外国への出願  
に用いる優先権の主張の基礎  
となる出願の国コードと出願  
番号  
J P 2 0 0 4 - 2 5 8 8 6 2  
The country code and number  
of your priority application,  
to be used for filing abroad  
under the Paris Convention, is

出 願 人  
Applicant(s): 新日本製鐵株式会社

2 0 0 5 年 4 月 1 3 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願  
【整理番号】 1044297  
【提出日】 平成16年 9月 6日  
【あて先】 特許庁長官 小川 洋 殿  
【国際特許分類】 C21D 9/08  
C21D 9/50

【発明者】  
【住所又は居所】 千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社 技術開発本部  
内  
【氏名】 朝日 均

【発明者】  
【住所又は居所】 千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社 技術開発本部  
内  
【氏名】 津留 英司

【特許出願人】  
【識別番号】 000006655  
【氏名又は名称】 新日本製鐵株式会社

【代理人】  
【識別番号】 100099759  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 青木 篤  
【電話番号】 03-5470-1900

【選任した代理人】  
【識別番号】 100077517  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 石田 敬

【選任した代理人】  
【識別番号】 100087413  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 古賀 哲次

【選任した代理人】  
【識別番号】 100113918  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 亀松 宏

【選任した代理人】  
【識別番号】 100082898  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 西山 雅也

【先の出願に基づく優先権主張】  
【出願番号】 特願2004- 42838  
【出願日】 平成16年 2月19日

【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 209382  
【納付金額】 16,000円

【提出物件の目録】  
【物件名】 特許請求の範囲 1  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 0018106

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

フェライト組織中に微細マルテンサイトが分散して存在する組織を有することを特徴とするバウシinger効果の発現が小さい鋼板または鋼管。

【請求項 2】

フェライト組織中に結晶粒の最大長径 $10\mu\text{m}$ の微細マルテンサイトが $10\sim 30\%$ 分散して存在する組織を有することを特徴とするバウシinger効果の発現の小さい鋼板または鋼管。

【請求項 3】

請求項1または2記載の鋼板において、変形付与前後における圧縮応力歪曲線での比例限の比が $0.7$ 以上であることを特徴とするバウシinger効果の発現が小さい鋼板。

【請求項 4】

請求項1または2記載の鋼管において、鋼管の拡管前後の周方向圧縮応力歪曲線での比例限の比が $0.7$ 以上であることを特徴とするバウシinger効果の発現が小さい鋼管。

【請求項 5】

鋼板または鋼管が、質量%で、C:  $0.03\sim 0.30\%$ 、Si:  $0.01\sim 0.8\%$ 、Mn:  $0.3\sim 2.5\%$ 、P:  $0.03\%$ 以下、S:  $0.01\%$ 以下、Al:  $0.001\sim 0.1\%$ 、N:  $0.01\%$ 以下、を含み残部鉄および不可避免的な不純物からなることを特徴とする請求項1~4のいずれかの項に記載のバウシinger効果の発現が小さい鋼板または鋼管。

【請求項 6】

前記鋼板または鋼管が、質量%で、さらに、Nb:  $0.1\%$ 以下、V:  $0.3\%$ 以下、Mo:  $0.5\%$ 以下、Ti:  $0.1\%$ 以下、Cr:  $1.0\%$ 以下、Ni:  $1.0\%$ 以下、Cu:  $1.0\%$ 以下、B:  $0.003\%$ 以下、の1種または2種以上を含有することを特徴とする請求項1~5のいずれかの項に記載のバウシinger効果の発現が小さい鋼板または鋼管。

【請求項 7】

請求項5または6記載の鋼板において、該鋼板に含有されるCの上限を $0.10\%$ に制限し、かつ周方向の $v$ ノッチシャルピー値が $-20^{\circ}\text{C}$ で $40\text{J}$ 以上で、フェライト組織中に微細マルテンサイトが分散して存在する組織を有し、変形付与前後における圧縮応力歪曲線での比例限の比が $0.7$ 以上であることを特徴とするバウシinger効果の発現が小さい鋼板。

【請求項 8】

請求項5または6記載の鋼管において、該鋼管に含有されるCの上限を $0.10\%$ に制限し、かつ周方向の $v$ ノッチシャルピー値が $-20^{\circ}\text{C}$ で $40\text{J}$ 以上で、フェライト組織中に微細マルテンサイトが分散して存在する組織を有し、拡管前後の周方向圧縮応力歪曲線での比例限の比が $0.7$ 以上であることを特徴とするバウシinger効果の発現が小さい鋼管。

【請求項 9】

質量%で、C:  $0.03\sim 0.30\%$ 、Si:  $0.01\sim 0.8\%$ 、Mn:  $0.3\sim 2.5\%$ 、P:  $0.03\%$ 以下、S:  $0.01\%$ 以下、Al:  $0.001\sim 0.1\%$ 、を含み、さらに、選択的に、Nb:  $0.1\%$ 以下、V:  $0.3\%$ 以下、Mo:  $0.5\%$ 以下、Ti:  $0.1\%$ 以下、Cr:  $1.0\%$ 以下、Ni:  $1.0\%$ 以下、Cu:  $1.0\%$ 以下、B:  $0.003\%$ 以下、の1種または2種以上を含有し、残部鉄および不可避免的な不純物からなる鋼板または鋼管を $760\sim 830^{\circ}\text{C}$ に加熱し、その後焼入れすることによりフェライト組織中に微細マルテンサイト組織が分散して存在する組織を得ることを特徴とするバウシinger効果の発現が小さい鋼板または鋼管の製造方法。

【請求項 10】

質量%で、C:  $0.03\sim 0.30\%$ 、Si:  $0.01\sim 0.8\%$ 、Mn:  $0.3\sim 2.5\%$ 、P:  $0.03\%$ 以下、S:  $0.01\%$ 以下、Al:  $0.001\sim 0.1\%$ を含み、さらに、選択的に、Nb:  $0.1\%$ 以下、V:  $0.3\%$ 以下、Mo:  $0.5\%$ 以下、Ti:  $0.1\%$ 以下、Cr:  $1.0\%$ 以下、Ni:  $1.0\%$ 以下、Cu:  $1.0\%$ 以下、B:  $0.003\%$ 以下、の1種または2種以上を含有し、残部鉄および不可避免的な不純物からなるスラブを熱延鋼板とし、これをロール成形により筒状にした後、電縫溶接を行って電縫管とし、次いで $760\sim 830^{\circ}\text{C}$ に加熱後、水冷することを特徴とするバウシinger効果の発現が小さい鋼管の製造方法。

【請求項 1 1】

電縫溶接後760～830℃での加熱以前に、シーム溶接部をAc<sub>3</sub>点以上に加熱するシーム熱処理を施すことを特徴とする請求項10に記載のバウシinger効果の発現が小さい鋼管の製造方法。

【請求項 1 2】

フェライト・パーライト組織を有する熱延鋼板より製造した電縫管の拡管前後の周方向圧縮応力歪曲線での比例限の比が0.7以上であることを特徴とする請求項10または11に記載のバウシinger効果の発現が小さい鋼管の製造方法。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 バウシinger効果の発現が小さい鋼板または鋼管およびその製造方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、バウシinger効果の発現が小さい鋼板または鋼管とその製造方法、特に拡管した際にバウシinger効果により生じる周方向圧縮強度低下が小さい油井用鋼管やラインパイプ等に使用される鋼管とその製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、油井用鋼管は井戸内に挿入してそのまま使用されていたが、近年、井戸内で10～30%拡管して使用する技術(Expandable Tubular)が開発され、油井・ガス井開発コスト低減に大きく寄与するようになってきた。しかし、拡管によって周方向に引張り塑性歪が導入されると、外圧による周方向への圧縮応力に対する耐力(以下、圧縮耐力)が低下し、鋼管が外圧で潰れる圧力(以下、圧潰圧力)が低下する。これは、バウシinger効果としてよく知られているように、塑性変形後、塑性歪を加えた方向とは反対方向に応力を加えると、元の降伏強度よりも低い応力で変形が生じる現象である。

【0003】

この他にも、ラインパイプとして使用されるUOE鋼管では、最終工程で真円度を高めるために拡管を行うために、圧潰圧力が低下する問題など、鋼を冷間加工して使用する場合に、バウシinger効果が問題となることがある。

【0004】

このバウシinger効果により低下した耐力を熱処理によって回復させる方法が、例えば、特許文献1、特許文献2に開示されている。しかし、バウシinger効果の発現そのものが小さい鋼管とその製造方法については何ら開示されていない。

【0005】

【特許文献1】 特開平9-3545号公報

【特許文献2】 特開平9-49025号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、油井管用、ガス井といった拡管してから外圧を受ける用途に適したバウシinger効果の発現が小さい鋼板および鋼管、並びにこれらの製造方法を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明者らは、バウシinger効果発現におよぼす金属組織、化学成分の影響について詳細に検討した結果、バウシinger効果の発現を小さくするためには、鋼の組織をフェライト組織中に微細なマルテンサイトが分散した状態の組織とするのが最も良いことを知見した。

本発明は上記知見に基づいてなされたもので、その要旨は次のとおりである。

【0008】

(1) フェライト組織中に微細マルテンサイトが分散して存在する組織を有することを特徴とするバウシinger効果の発現が小さい鋼板または鋼管。

(2) フェライト組織中に結晶粒の最大長径10 $\mu$ mの微細マルテンサイトが10～30%分散して存在する組織を有することを特徴とするバウシinger効果の発現の小さい鋼板または鋼管。

(3) (1)または(2)記載の鋼板において、変形付与前後における圧縮応力歪曲線の比例限の比が0.7以上であることを特徴とするバウシinger効果の発現が小さい鋼板。

(4) (1)または(2)記載の鋼管において、鋼管の拡管前後の周方向圧縮応力歪曲線の比例限の比が0.7以上であることを特徴とするバウシinger効果の発現が小さい鋼管

。(5) 鋼板または鋼管が、質量%で、C: 0.03~0.30%、Si: 0.01~0.8%、Mn: 0.3~2.5%、P: 0.03%以下、S: 0.01%以下、Al: 0.001~0.1%、N: 0.01%以下、を含み残部鉄および不可避免的な不純物からなることを特徴とする(1)~(4)のいずれかの項に記載のバウシinger効果の発現が小さい鋼板または鋼管。

(6) 前記鋼板または鋼管が、質量%で、さらに、Nb: 0.1%以下、V: 0.3%以下、Mo: 0.5%以下、Ti: 0.1%以下、Cr: 1.0%以下、Ni: 1.0%以下、Cu: 1.0%以下、B: 0.003%以下、の1種または2種以上を含有することを特徴とする(1)~(5)のいずれかの項に記載のバウシinger効果の発現が小さい鋼板または鋼管。

(7) (5)または(6)記載の鋼板において、該鋼板に含有されるCの上限を0.10%に制限し、かつ周方向のvノッチシャルピー値が-20℃で40J以上で、フェライト組織中に微細マルテンサイトが分散して存在する組織を有し、変形付与前後における圧縮応力歪曲線での比例限の比が0.7以上であることを特徴とするバウシinger効果の発現が小さい鋼板。

(8) (5)または(6)記載の鋼管において、該鋼管に含有されるCの上限を0.10%に制限し、かつ周方向のvノッチシャルピー値が-20℃で40J以上で、フェライト組織中に微細マルテンサイトが分散して存在する組織を有し、拡張前後の周方向圧縮応力歪曲線での比例限の比が0.7以上であることを特徴とするバウシinger効果の発現が小さい鋼管。

(9) 質量%で、C: 0.03~0.30%、Si: 0.01~0.8%、Mn: 0.3~2.5%、P: 0.03%以下、S: 0.01%以下、Al: 0.001~0.1%、を含み、さらに、選択的に、Nb: 0.1%以下、V: 0.3%以下、Mo: 0.5%以下、Ti: 0.1%以下、Cr: 1.0%以下、Ni: 1.0%以下、Cu: 1.0%以下、B: 0.003%以下、の1種または2種以上を含有し、残部鉄および不可避免的な不純物からなる鋼板または鋼管を760~830℃に加熱し、その後焼入れすることによりフェライト組織中に微細マルテンサイト組織が分散して存在する組織を得ることを特徴とするバウシinger効果の発現が小さい鋼板または鋼管の製造方法。

(10) 質量%で、C: 0.03~0.30%、Si: 0.01~0.8%、Mn: 0.3~2.5%、P: 0.03%以下、S: 0.01%以下、Al: 0.001~0.1%を含み、さらに、選択的に、Nb: 0.1%以下、V: 0.3%以下、Mo: 0.5%以下、Ti: 0.1%以下、Cr: 1.0%以下、Ni: 1.0%以下、Cu: 1.0%以下、B: 0.003%以下、の1種または2種以上を含有し、残部鉄および不可避免的な不純物からなるスラブを熱延鋼板とし、これをロール成形により筒状にした後、電縫溶接を行って電縫管とし、次いで760~830℃に加熱後、水冷することを特徴とするバウシinger効果の発現が小さい鋼管の製造方法。

(11) 電縫溶接後760~830℃での加熱以前に、シーム溶接部をAc<sub>3</sub>点以上に加熱するシーム熱処理を施すことを特徴とする(10)に記載のバウシinger効果の発現が小さい鋼管の製造方法。

(12) フェライト・パーライト組織を有する熱延鋼板より製造した電縫管の拡張前後の周方向圧縮応力歪曲線での比例限の比が0.7以上であることを特徴とする(10)または(11)に記載のバウシinger効果の発現が小さい鋼管の製造方法。

#### 【発明の効果】

##### 【0009】

本発明は、天然ガス、原油輸送用のラインパイプ、或いは油井管等の電縫鋼管の製造において、拡張した際に発生するバウシinger効果の発現が小さい鋼板および鋼管を提供することが可能となる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

##### 【0010】

本発明者らは、バウシinger効果の発現におよぼす鋼の製造方法、金属組織、化学成分の影響について詳細に検討した。基本的な検討方法は、素材そのままと引張り試験で8%の引張り歪を付与したものの各々から圧縮試験片を加工し、圧縮試験を行った。両者の応力歪曲線、比例限、0.1% offset耐力、0.2% offset耐力の比較を行った。特に、素材そのものの比例限(PL-b)と引張り変形後の比例限(PL-a)の比、(PL-a)/(PL-b)をバウシinger効果比と呼ぶ。この値が高い方がバウシinger効果の発現が小さいことを示している。

#### 【0011】

表1に示す低合金鋼を表2に示す方法で製造し、それぞれ、例1～例3とした。各々から圧縮試験片（径8mm）と引張り試験片（径10mm）を作成した。引張り試験片に8%歪を加えた後、これから圧縮試験片を作成した。引張り変形前後の圧縮試験片を用いて圧縮試験を行い、圧縮の応力・歪曲線を測定し、見かけの比例限（0.05%オフセット耐力）を測定した。例1～例3のそれぞれの応力・歪曲線の例を図1～3に示し、それぞれの組織を図4～6に示した。例1では、図1に示すように引張り変形の前で応力・歪曲線の形は450MPa近傍まで何ら変化がない。例2、例3では、図2、図3に示すように、引張り変形後の圧縮応力・歪曲線は比例限が大幅に低下しており、特に例3が著しい。例1の金属組織は図4(a)光学顕微鏡写真、図4(b)走査型電子顕微鏡写真に示すようにフェライト組織中に、数 $\mu\text{m}$ の微細なマルテンサイトが分散した二相組織である。例2の金属組織は図5に示すようにフェライト・パーライト組織である。例3は図5に示すように焼戻しマルテンサイト組織である。表2に示すようにフェライト+マルテンサイト二相鋼のバウシinger効果比は高く、次がフェライトとパーライトの二相組織であるフェライト・パーライト鋼、焼戻しマルテンサイトのバウシinger効果比が最も低い。このように、二相組織でバウシinger効果比が大きく、特に第二相がマルテンサイトの場合にバウシinger効果比が最も大きくなる。

#### 【0012】

フェライト+マルテンサイト二相鋼は、鋼をオーステナイト、フェライト二相域に加熱し、その後焼入れすることで得ることが可能である。粗大なマルテンサイト相が少量形成されるとバウシinger効果の発現が抑制されにくいばかりでなく、低温靱性も低下するので、マルテンサイトは微細に分散して形成される必要がある。このような組織は、加熱前の組織がフェライト・パーライトやフェライト・ベイナイト組織であれば生成しやすい。一般に、フェライト粒径は10～数10 $\mu\text{m}$ であるので、微細に分散するためにはマルテンサイトの結晶粒の長径は最大10 $\mu\text{m}$ の大きさでなければならない。これ以上ではバウシinger効果発現抑制効果が低下するのみならず、靱性も低下する。面積比は10%未満では強度不足となり、30%超ではバウシinger効果発現抑制効果と靱性が低くなる。

#### 【0013】

加熱温度は低すぎるとマルテンサイトが形成されず、高すぎるとオーステナイトへの変態率が大きくなり過ぎてオーステナイト中のC量が低くなるため焼き入れ時にマルテンサイトに変態できなくなる。従って、加熱温度は760～830℃が最適である。

#### 【0014】

本発明により得られた鋼管をExpandable Tubularとして使用する場合は、高い拡張率まで拡張できる必要がある。本発明のフェライトと分散した微細マルテンサイト組織の鋼管は変形特性が優れており、また高い加工硬化率を有しており局部変形が生じにくいので、45%の拡張率まで拡張できることを確認した。

#### 【0015】

本発明が目的とする鋼板または鋼管の化学成分組成は、特に以下に説明する範囲であれば所望の特性が容易に得られる。

#### 【0016】

Cは焼入れ性を高め、鋼の強度向上に必須の元素であり、目標とする強度およびフェライト・マルテンサイト組織を得るために必要な下限は、0.03%である。しかし、C量が多過ぎると、本発明でのプロセスでは高強度になり過ぎ、さらに低温靱性著しい劣化を招くので、その上限を0.30%とした。特に、高い低温靱性を必要とする場合は、C量の上限を0.10%とする必要がある。

#### 【0017】

Siは脱酸や強度向上のために添加する元素であるが、多く添加すると低温靱性を著しく劣化させるので、上限を0.8%とした。鋼の脱酸はAlでもTiでも十分可能であり、Siは必ずしも添加する必要はない。従って、下限は規定する必要はないが、通常、純物として0.01%以上含まれるので、0.01%とする。

#### 【0018】



Mnは焼入れ性を高め高強度を確保する上で不可欠な元素である。その下限は0.3%である。しかし、Mnが多過ぎると、偏析を助長して微細マルテンサイトが層状に分散するようになり、均一分散を妨げられるため、上限を2.5%とした。

#### 【0019】

Alは通常脱酸材として鋼に含まれる元素であり、組織の微細化にも効果を有する。しかし、Al量が0.1%を越えるとAl系非金属介在物が増加して鋼の清浄度を害するので、上限を0.1%とした。しかし、脱酸はTiあるいはSiでも可能であり、Alは必ずしも添加する必要はない。従って、下限は限定する必要はないが、通常、不純物として0.001%以上含まれるので、0.001%以上とする。

#### 【0020】

NはTiNを形成し、スラブ再加熱時のオーステナイト粒の粗大化を抑制して母材の低温靱性を向上させる。このために必要な最小量は0.001%である。しかし、N量が多過ぎるとTiNが粗大化して、表面疵、靱性劣化等の弊害が生じるので、その上限は0.01%に抑える必要がある。

#### 【0021】

さらに、本発明では、不純物元素であるP、S量をそれぞれ0.03%、0.01%以下とする。この主たる理由は母材の低温靱性をより一層向上させ、溶接部の靱性を改善するためである。P量の低減は連続鋳造スラブの中心偏析を軽減するとともに、粒界破壊を防止して低温靱性を向上させる。また、S量の低減は熱間圧延で延伸化するMnSを低減して延靱性を向上させる効果がある。P、Sは、両者共、少ない程望ましいが、特性とコストのバランスで決定する必要がある。

#### 【0022】

次に、選択元素であるNb、Ti、Ni、Mo、Cr、Cu、V、B、Ca、REMを添加する目的について説明する。これらの元素を添加する主たる目的は、本発明鋼の優れた特徴を損なうことなく、強度・靱性の一層の向上や製造可能な鋼材サイズ（厚み）の拡大を図るためであるので、特に下限は規定しないが、上限値の十分の一程度の添加量で添加効果が顕著になる。

#### 【0023】

Nbは圧延時にオーステナイトの再結晶を抑制して組織を微細化するだけでなく、焼入れ性増大にも寄与し、鋼を強靱化する。さらに、時効によるバウシinger効果の回復に寄与する。Nb添加量は、この効果を得るためには0.01%以上の添加が必要であり、0.1%よりも多過ぎると、低温靱性に悪影響をもたらすので、その上限を0.1%とした。

#### 【0024】

Ti添加は微細なTiNを形成し、スラブ再加熱時のオーステナイト粒の粗大化を抑制してミクロ組織を微細化し、低温靱性を改善する。また、Al量が例えば0.005%以下と低い場合には、Tiは酸化物を形成し脱酸効果も有する。これらの効果を得るためには0.01%以上の添加が必要であるが、Ti量が多過ぎると、TiNの粗大化やTiCによる析出硬化が生じ、低温靱性を劣化させるので、その上限を0.1%に限定した。

#### 【0025】

Niを添加する目的は低温靱性の劣化を抑制することである。Ni添加はMnやCr、Mo添加に比較して圧延組織中、特に連続鋳造鋼片の中心偏析帯中に低温靱性に有害な硬化組織を形成することが少ない。これらの効果を得るためには0.1%以上の添加が必要であるが、添加量が多過ぎると、熱処理前の鋼の組織がマルテンサイト・ベイナイト系になるため、その上限を1.0%とした。

#### 【0026】

Moは鋼の焼入れ性を向上させ、高強度を得るために添加する。さらに、100℃程度での低温時効によるバウシinger効果の回復を促進する働きもある。これらの効果を得るためには0.05%以上の添加が必要であるが、過剰なMo添加は熱処理前の鋼の組織がマルテンサイト・ベイナイト系になるため、その上限を0.5%とした。

#### 【0027】

Cuを添加する目的は低温靱性の劣化を抑制することである。Cu添加はMnやCr、Mo添加に比較して圧延組織中、特に連続鋳造鋼片の中心偏析帯中に低温靱性に有害な硬化組織を形成することが少ない。これらの効果を得るためには0.1%以上の添加が必要であるが、添加量が多過ぎると、熱処理前の鋼の組織がマルテンサイト・ベイナイト系になるため、その上限を1.0%とした。

#### 【0028】

Crは母材、溶接部の強度を増加させるが、この効果を得るためには0.1%以上の添加が必要であるが、Cr量が多過ぎると熱処理前の鋼の組織がマルテンサイト・ベイナイト系になるため、上限は1.0%とした。

#### 【0029】

VはNbとほぼ同様の効果を有する。この効果を得るためには0.01%以上の添加が必要であるが、添加量が多過ぎると低温靱性を劣化させるので上限を0.3%とした。

#### 【0030】

Bは焼入れ性を高める効果を有する。この効果を得るためには0.0003%以上の添加が必要であるが、添加量が多すぎると、焼入れ性効果が却って低下するばかりでなく、低温靱性が低下したり、スラブに割れが生じたりしやすくなるため、上限を0.003%とした。

#### 【0031】

拡管性や拡管後の圧潰強度は鋼管の肉厚が均一な程向上する。例えば、肉厚が均一でないと、拡管した時に曲がる。電縫管は熱延鋼板を素材として製造するため、肉厚が均一であって、継目無し鋼管と比較して拡管性や圧潰強度に優れるという特徴がある。しかし、本発明に使用できる鋼管は電縫管に制限するものではない。

#### 【0032】

電縫溶接部は加熱された部分が圧縮され急冷されているため微細な均一組織になっており、フェライト・パーライトを主体としたその他の部分のようにフェライト・マルテンサイト組織になりにくい。シーム部を一旦Ac<sub>3</sub>点以上に加熱するとフェライト・パーライト組織に近くなるため、管体を二相域に加熱、焼入れした後の組織が他の部分と近くなる。

#### 【0033】

バウシinger効果に対する本発明の効果は鋼板、鋼管で変わりがない。また、形鋼等他の形状においても本発明と同様な効果は当然発揮される。

#### 【実施例】

#### 【0034】

表3に示した化学成分を有する熱延鋼板を使用し、直径194mm、肉厚9.6mmの電縫管を製造した。熱延鋼板の組織は、冷却条件等を変えることで変化させた。また、シーム部の熱処理を実施したものもある。これらの鋼管を加熱しその後速やかに水冷した。これらの鋼管を20%拡管した。拡管前後の鋼管から圧縮試験片を加工し、周方向が圧縮方向になる圧縮試験を実施し、バウシinger効果比を測定した。これらの製造条件および結果を表4に示す。また、一部は拡管後の鋼管の圧潰試験に供し、圧潰圧力を測定した。圧潰試験はAP1規格503に基づいて行われ、直径と試験体長さの比が8である。結果を表5に示す。比較鋼に比べて圧潰強度が向上しているが、これはバウシinger効果が抑制されたことによって強度が向上したと考えられる。

#### 【0035】

比較例の鋼管は焼戻しマルテンサイト組織を呈する焼入れ・焼戻し鋼であり、現状Expandable Tubularとして使用されているものである。

#### 【0036】

【表 1】

	C	Si	Mn	Cr	Nb	Al	Ti	B
A	0.09	0.21	1.21		0.03	0.03		
B	0.27	0.14	1.28	0.14		0.04	0.02	0.0015

【 0 0 3 7 】

【表 2】

	鋼	製造方法	組織	PL-b	PL-a	PL-a/PL-b ハウジング-効果比	
発明例	A	熱延後（フェライト・パーライト組織）、780℃に加熱し水冷	フェライト・マルテンサイト	400MPa	360MPa	0.9	例1
比較例	A	熱延まま	フェライト・パーライト	400MPa	270MPa	0.68	例2
	B	930℃から焼入れ、700℃で焼戻し	焼戻しマルテンサイト	630MPa	200MPa	0.22	例3

【 0 0 3 8 】

【表 3】

Steel	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Nb	V	Mo	Ti	Cr	Ni	Cu	B
A	0.09	0.21	1.21	0.012	0.003	0.03	0.005	0.03							
B	0.27	0.14	1.28	0.015	0.005	0.04	0.003				0.02				0.0015
C	0.14	0.08	1.65	0.008	0.001	0.02	0.004								
D	0.05	0.22	0.84	0.018	0.002	0.02	0.004		0.05	0.12	0.01				
E	0.08	0.06	1.11	0.013	0.003	0.03	0.003	0.02				0.2	0.2	0.2	

	試験 No.	鋼	シーム熱処理	加熱温度 (後水冷)	焼戻し	ミクロ組織	周方向シャル ピー値 (J)	バウシニング 効果比
発 明 例	1	A	920°C水冷	780°C		フェライト+マルテンサイト	56	0.90
	2	A	無し	820°C		フェライト+マルテンサイト	50	0.95
	3	B	920°C放冷	780°C		フェライト+マルテンサイト	27	0.82
	4	C	920°C水冷	780°C		フェライト+マルテンサイト	38	0.87
	5	D	920°C放冷	800°C		フェライト+マルテンサイト	72	0.74
	6	E	920°C放冷	800°C		フェライト+マルテンサイト	70	0.77
比 較 例	7	A	920°C水冷	780°C放冷		フェライト+パーライト	35	0.61
	8	A	920°C水冷	780°C	500°C	フェライト+焼戻しマルテンサイト	36	0.43
	9	B	920°C放冷	930°C	700°C	焼戻しマルテンサイト	64	0.22

【表 5】

	試験No.	圧潰圧力
発明例	1	15.1MPa
比較例	9	10.3MPa

【図面の簡単な説明】

【 0 0 4 1 】

【図 1】 本発明（例 1）による鋼板（鋼管）の応力・歪み曲線。

【図 2】 従来（例 2）の熱延まま鋼板（鋼管）の応力・歪み曲線。

【図 3】 従来（例 3）の C r - M o 鋼による鋼板（鋼管）の応力・歪み曲線。

【図 4】 （ a ）は本発明（例 1）の鋼板（鋼管）の光学組織写真、（ b  
 ）は本発明（例 1）の鋼板（鋼管）の走査電子顕微鏡写真。

【図 5】 従来（例 2）の熱延まま鋼板（鋼管）の光学組織写真。

【図 6】 従来（例 3）の C r - M o 鋼（焼戻しマルテンサイト組織）の鋼板（鋼管）の光学組織写真。

図1

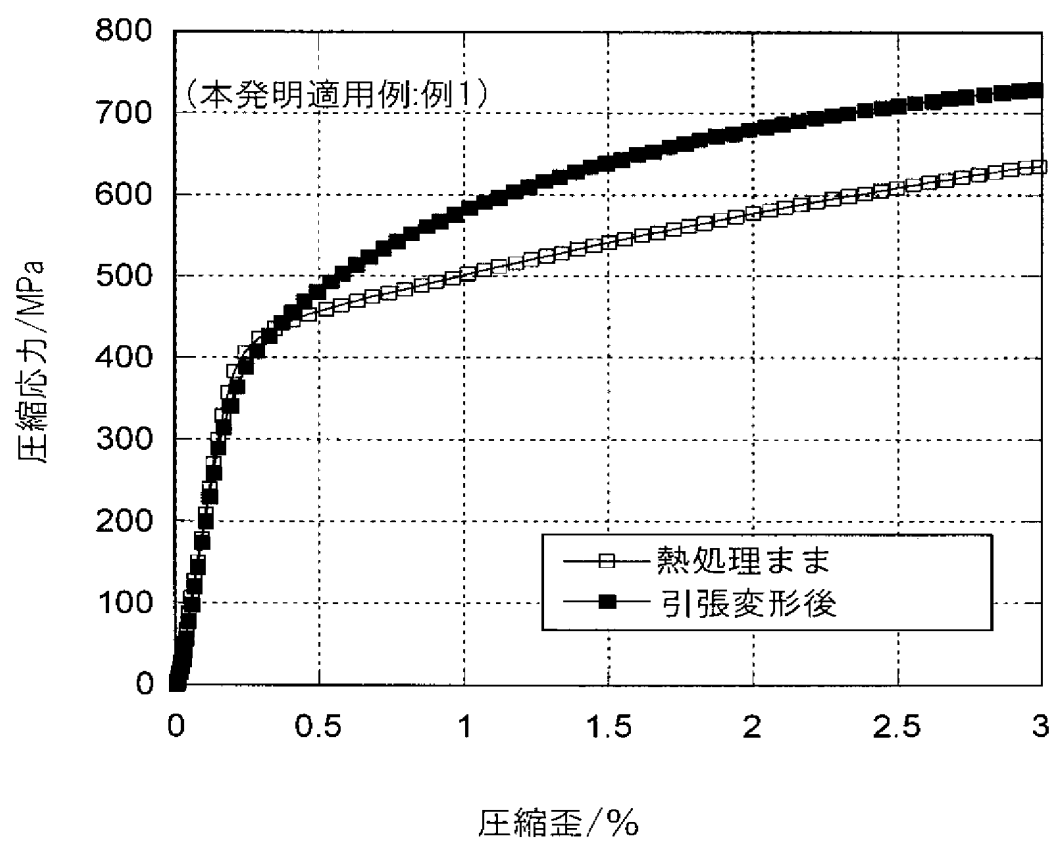


図 2

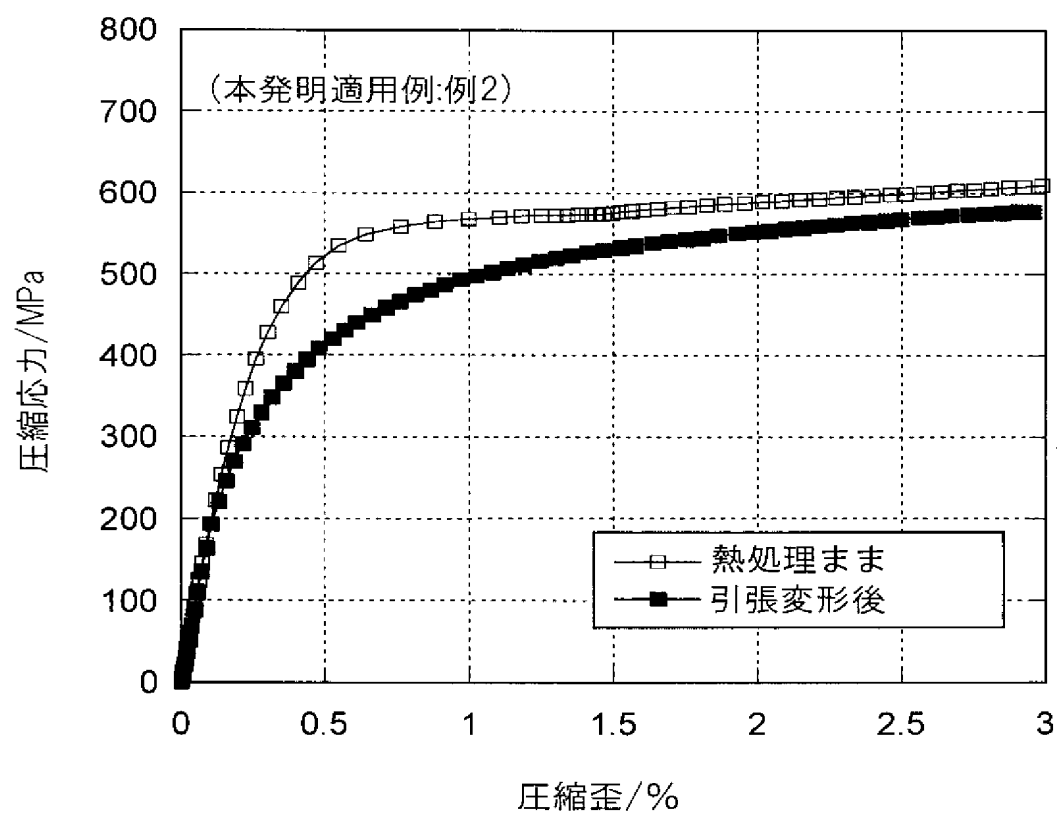




図3

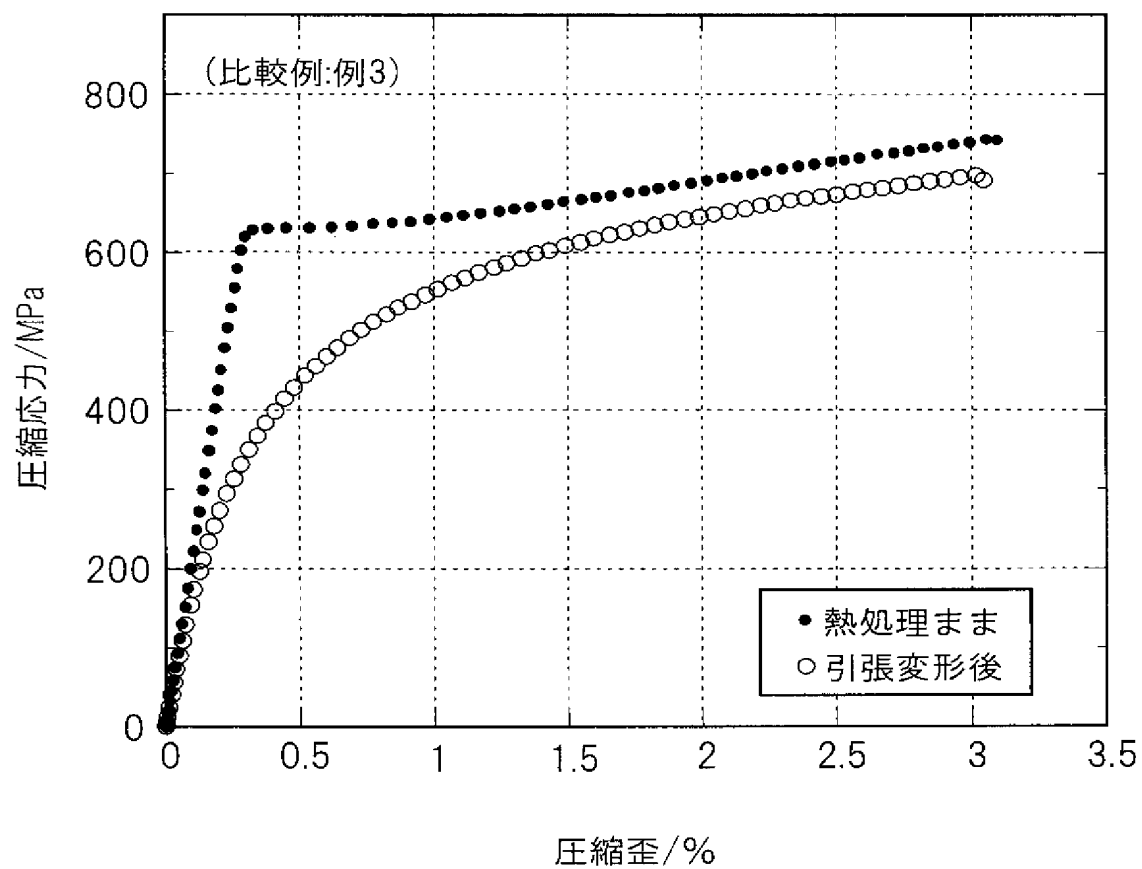
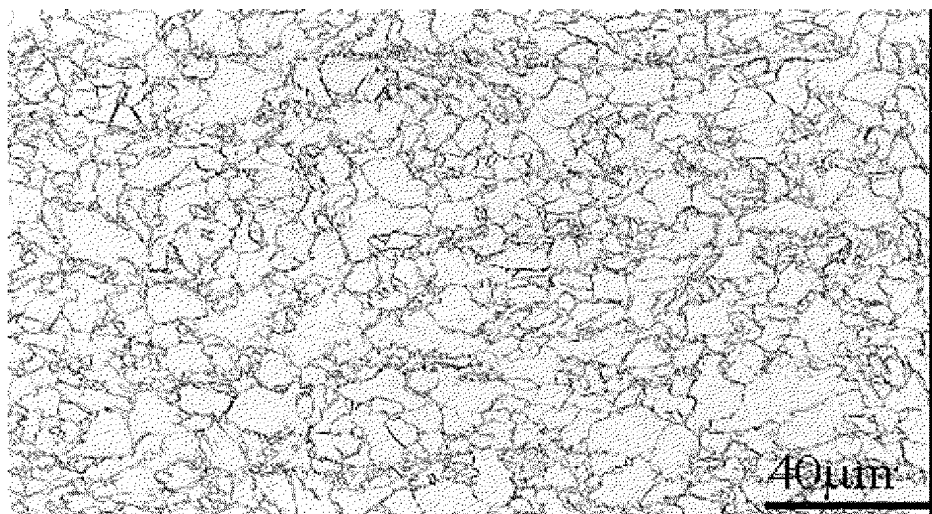
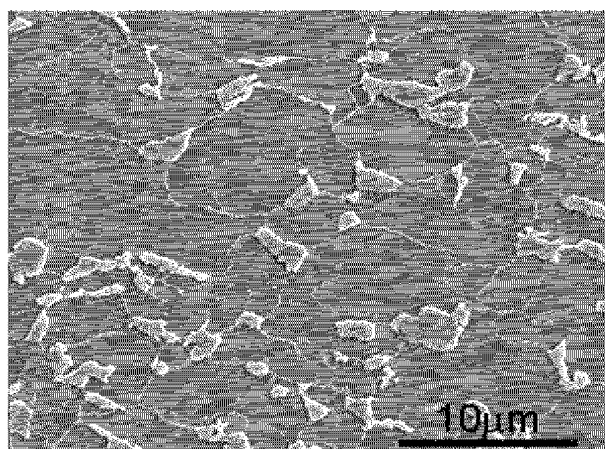


図 4

(a)

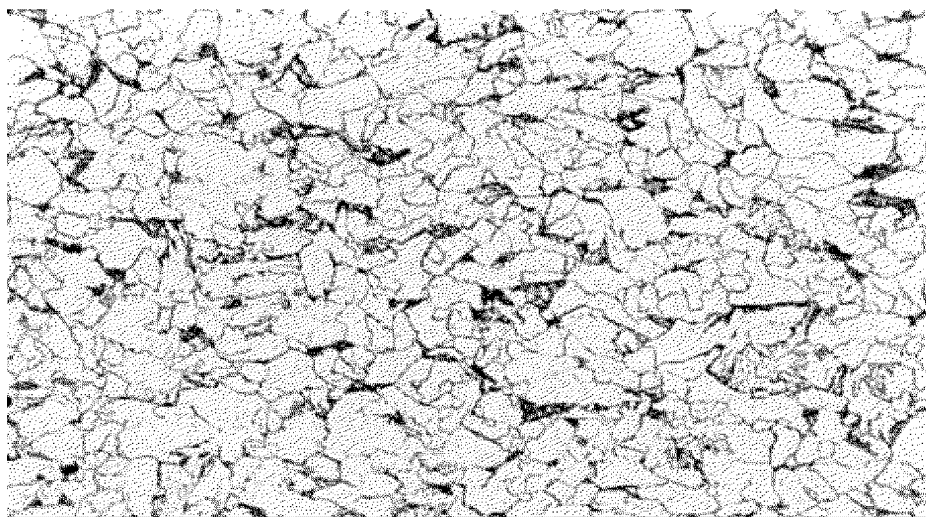


(b)



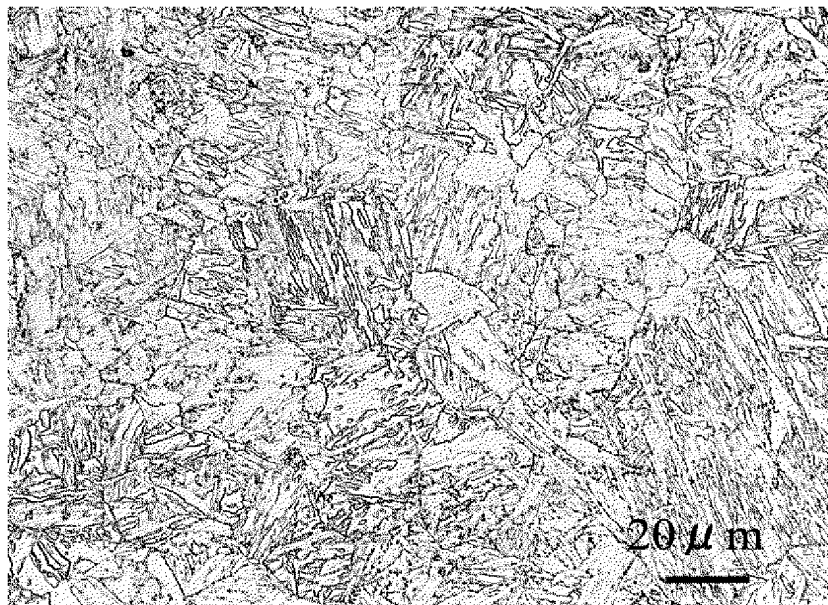
【図 5】

図 5



【図 6】

図 6



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は、バウシinger効果の発現が小さい鋼板または鋼管とその製造方法、特に拡管した際にバウシinger効果により生じる周方向圧縮強度低下が小さい油井用鋼管やラインパイプ等を使用される鋼管とその製造方法を提供する。

【解決手段】 フェライト組織中に微細マルテンサイトが分散して存在する組織を有することを特徴とするバウシinger効果の発現が小さい鋼板または鋼管。また、この鋼板または鋼管は質量%で、C: 0.03~0.30%、Si: 0.01~0.8%、Mn: 0.3~2.5%、P: 0.03%以下、S: 0.01%以下、Al: 0.001~0.01%、N: 0.01%以下、を含み残部鉄および不可避免的な不純物からなることを特徴とするバウシinger効果の発現が小さい鋼板または鋼管である。

【選択図】 図1

【書類名】 手続補正書  
【整理番号】 2004258862  
【提出日】 平成16年 9月22日  
【あて先】 特許庁長官 小川 洋 殿  
【事件の表示】  
【出願番号】 特願2004-258862  
【補正をする者】  
【識別番号】 000006655  
【氏名又は名称】 新日本製鐵株式会社  
【代理人】  
【識別番号】 100099759  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 青木 篤  
【電話番号】 03-5470-1900

【手続補正1】  
【補正対象書類名】 特許請求の範囲  
【補正対象項目名】 請求項3  
【補正方法】 変更  
【補正の内容】  
【請求項3】

請求項1または2記載の鋼板において、引張り変形付与前後における圧縮応力歪曲線での比例限の比が0.7以上であることを特徴とするバウシinger効果の発現が小さい鋼板。

【手続補正2】  
【補正対象書類名】 特許請求の範囲  
【補正対象項目名】 請求項7  
【補正方法】 変更  
【補正の内容】  
【請求項7】

請求項5または6記載の鋼板において、該鋼板に含有されるCの上限を0.10%に制限し、かつ周方向のvノッチシャルピー値が-20℃で40J以上で、フェライト組織中に微細マルテンサイトが分散して存在する組織を有し、引張り変形付与前後における圧縮応力歪曲線での比例限の比が0.7以上であることを特徴とするバウシinger効果の発現が小さい鋼板。

【手続補正3】  
【補正対象書類名】 明細書  
【補正対象項目名】 0008  
【補正方法】 変更  
【補正の内容】  
【0008】

(1) フェライト組織中に微細マルテンサイトが分散して存在する組織を有することを特徴とするバウシinger効果の発現が小さい鋼板または鋼管。

(2) フェライト組織中に結晶粒の最大長径10 $\mu$ mの微細マルテンサイトが10～30%分散して存在する組織を有することを特徴とするバウシinger効果の発現の小さい鋼板または鋼管。

(3) (1) または (2) 記載の鋼板において、引張り変形付与前後における圧縮応力歪曲線での比例限の比が0.7以上であることを特徴とするバウシinger効果の発現が小さい鋼板。

(4) (1) または (2) 記載の鋼管において、鋼管の拡管前後の周方向圧縮応力歪曲線での比例限の比が0.7以上であることを特徴とするバウシinger効果の発現が小さい鋼管

。(5) 鋼板または鋼管が、質量%で、C: 0.03~0.30%、Si: 0.01~0.8%、Mn: 0.3~2.5%、P: 0.03%以下、S: 0.01%以下、Al: 0.001~0.1%、N: 0.01%以下、を含み残部鉄および不可避免的な不純物からなることを特徴とする(1)~(4)のいずれかの項に記載のバウシinger効果の発現が小さい鋼板または鋼管。

(6) 前記鋼板または鋼管が、質量%で、さらに、Nb: 0.1%以下、V: 0.3%以下、Mo: 0.5%以下、Ti: 0.1%以下、Cr: 1.0%以下、Ni: 1.0%以下、Cu: 1.0%以下、B: 0.003%以下、の1種または2種以上を含有することを特徴とする(1)~(5)のいずれかの項に記載のバウシinger効果の発現が小さい鋼板または鋼管。

(7) (5)または(6)記載の鋼板において、該鋼板に含有されるCの上限を0.10%に制限し、かつ周方向の $v$ ノッチシャルピー値が $-20^{\circ}\text{C}$ で40J以上で、フェライト組織中に微細マルテンサイトが分散して存在する組織を有し、引張り変形付与前後における圧縮応力歪曲線での比例限の比が0.7以上であることを特徴とするバウシinger効果の発現が小さい鋼板。

(8) (5)または(6)記載の鋼管において、該鋼管に含有されるCの上限を0.10%に制限し、かつ周方向の $v$ ノッチシャルピー値が $-20^{\circ}\text{C}$ で40J以上で、フェライト組織中に微細マルテンサイトが分散して存在する組織を有し、拡管前後の周方向圧縮応力歪曲線での比例限の比が0.7以上であることを特徴とするバウシinger効果の発現が小さい鋼管。

(9) 質量%で、C: 0.03~0.30%、Si: 0.01~0.8%、Mn: 0.3~2.5%、P: 0.03%以下、S: 0.01%以下、Al: 0.001~0.1%、を含み、さらに、選択的に、Nb: 0.1%以下、V: 0.3%以下、Mo: 0.5%以下、Ti: 0.1%以下、Cr: 1.0%以下、Ni: 1.0%以下、Cu: 1.0%以下、B: 0.003%以下、の1種または2種以上を含有し、残部鉄および不可避免的な不純物からなる鋼板または鋼管を760~830 $^{\circ}\text{C}$ に加熱し、その後焼入れすることによりフェライト組織中に微細マルテンサイト組織が分散して存在する組織を得ることを特徴とするバウシinger効果の発現が小さい鋼板または鋼管の製造方法。

(10) 質量%で、C: 0.03~0.30%、Si: 0.01~0.8%、Mn: 0.3~2.5%、P: 0.03%以下、S: 0.01%以下、Al: 0.001~0.1%を含み、さらに、選択的に、Nb: 0.1%以下、V: 0.3%以下、Mo: 0.5%以下、Ti: 0.1%以下、Cr: 1.0%以下、Ni: 1.0%以下、Cu: 1.0%以下、B: 0.003%以下、の1種または2種以上を含有し、残部鉄および不可避免的な不純物からなるスラブを熱延鋼板とし、これをロール成形により筒状にした後、電縫溶接を行って電縫管とし、次いで760~830 $^{\circ}\text{C}$ に加熱後、水冷することを特徴とするバウシinger効果の発現が小さい鋼管の製造方法。

(11) 電縫溶接後760~830 $^{\circ}\text{C}$ での加熱以前に、シーム溶接部を $\text{Ac}_3$ 点以上に加熱するシーム熱処理を施すことを特徴とする(10)に記載のバウシinger効果の発現が小さい鋼管の製造方法。

(12) フェライト・パーライト組織を有する熱延鋼板より製造した電縫管の拡管前後の周方向圧縮応力歪曲線での比例限の比が0.7以上であることを特徴とする(10)または(11)に記載のバウシinger効果の発現が小さい鋼管の製造方法。

#### 【手続補正4】

【補正対象書類名】 図面

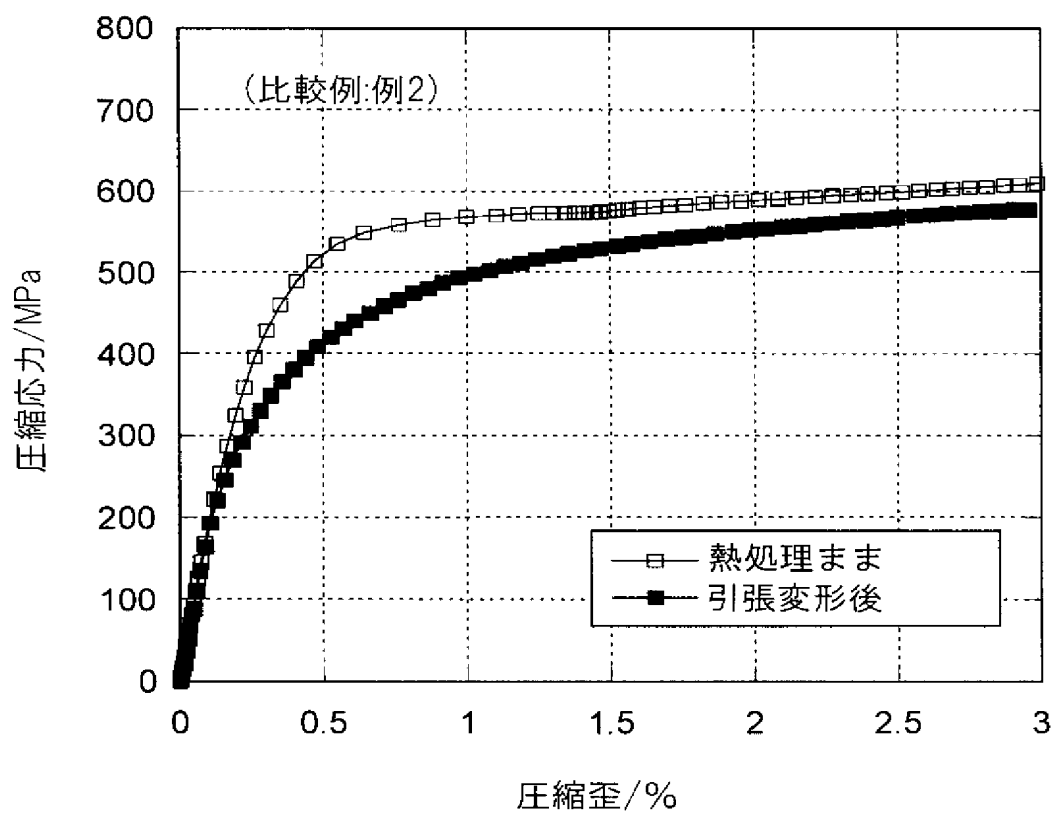
【補正対象項目名】 図2

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【図2】

図2



## 出願人履歴

0 0 0 0 0 6 6 5 5

19900810

新規登録

5 9 0 0 0 3 0 4 3

東京都千代田区大手町 2 丁目 6 番 3 号

新日本製鐵株式会社